

Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление 12.03.02 Оптотехника
 Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка осветительной установки спортивного комплекса

УДК661.88:666.3:535.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В61	Дудников Александр Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Толкачева К.П.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Кащук И.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Черемискина М.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Степанов С.А.	к.ф.-м.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р1	Применять глубокие естественнонаучные, математические, гуманитарные, общепрофессиональные знания в области оплотехники
Р2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области световой, оптической и лазерной техники, оптического и светотехнического материаловедения и оптических и светотехнических технологий
Р3	Применять полученные знания для решения задач, возникающих при эксплуатации новой техники и технологий оплотехники
Р4	Владеть методами и компьютерными системами проектирования и исследования световой, оптической и лазерной техники, оптических и светотехнических материалов и технологий
Р5	Владеть методами проведения фотометрических и оптических измерений и исследований, включая применение готовых методик, технических средств и обработку полученных результатов
Р6	Владеть общими правилами и методами наладки, настройки и эксплуатации оптической, световой и лазерной техники для решения различных задач
<i>Общекультурные компетенции</i>	
Р7	Проявлять творческий подход при решении конкретных научных, технологических и опытно-конструкторских задач в области оплотехники
Р8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности
Р9	Уметь эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
Р10	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам научной, педагогической и производственной деятельности
Р11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 12.03.02 «Оптотехника»
Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
С.А. Степанов
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4В61	Дудников Александр Сергеевич

Тема работы:

Разработка осветительной установки спортивного комплекса	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Техническое задание, чертеж спортивного комплекса, нормативные документы по организации искусственного освещения спортивных объектов
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Глава 1. Литературный обзор и подбор световых приборов</p> <p>Глава 2. Проектирование спортивного комплекса</p> <p>Глава 3. Разработка осветительной установки</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж спортивного комплекса</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Кащук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>24.09.2019</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Толкачева Ксения Петровна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В61	Дудников Александр Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4В61	Дудников Александр Сергеевич

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Оптотехника

Тема ВКР:

Разработка осветительной установки спортивного комплекса	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является осветительная установка. Ее предназначение в создании необходимого уровня освещенности в помещении.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	ГОСТ Р 54944-2012 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (с изменениями на 24.04.2020)
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	В ходе работы над проектированием объекта и его освещения могут возникать вредные и опасные факторы: <ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточное освещение рабочего места 2. Превышение уровня шума 3. Зрительные нагрузки 4. Нервно-психические нагрузки
3. Экологическая безопасность:	Осветительная установка состоит из световых приборов со светодиодным источником света. Данный тип источника света является наиболее экологичным среди других. Но если неправильно утилизировать светодиодный световой прибор, то можно нанести вред окружающей среде. Так как сам светильник состоит из материалов (металл, пластик и т.д.) которые долгое время

	разлагаются, можно нанести вред литосфере, гидросфере и соответственно атмосфере.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Возможные чрезвычайные ситуации при разработке и эксплуатации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пожар 2. Поражение электрическим током <p>Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией является пожар, причиной которого может стать короткое замыкание.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В61	Дудников Александр Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4В61	Дудников Александр Сергеевич

Школа	ИШНПТ	Отделение школы	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	12.03.02 Оптехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоеффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %. (НК РФ)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Анализ и оценка конкурентоспособности НИ. SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Определение структуры выполнения НИ. Определение трудоемкости работ. Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ по разработке стенда
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Определение: интегрального финансового показателя; интегрального показателя ресурсоеффективности; интегрального показателя эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности НИ
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук Ирина Вадимовна	К.Т.Н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В61	Дудников Александр Сергеевич		

Оглавление

Введение	10
1. Литературный обзор и подбор световых приборов	11
1.1. Задачи спортивного освещения.....	11
1.2. Типовые схемы освещения спортивных комплексов.....	13
1.3. Естественное освещение в спортивных комплексах.....	15
1.4. Техническое задание.....	17
2. Проектирование спортивного комплекса	20
3. Разработка осветительной установки	23
3.1. Общее освещение спортивной площадки (Без ТВ-съемки).....	23
3.2. Освещение трибун.....	25
3.3. Общее освещение с ТВ-съемкой.....	26
3.4. Аварийное освещение.....	26
3.5. Электротехнический расчет.....	28
4. Социальная ответственность	34
5. Финансовый менеджмент	44
Заключение	65
Список литературы	66
Приложения А	67

Введение

Развитие спорта всегда являлось одной из главных задач государства. Спорт занимаются как профессионально, так и любительски. Для этого государство строит спортивные площадки, комплексы и т.д.

Но также спорт является развлечением для простых граждан. Очень много людей по всей стране интересуются разными видами спорта, болеют за разные команды, ходят на матчи. Также на стадионах и различных спортивных сооружениях могут проходить неспортивные мероприятия. Например, концерты. Для качества проведения таких или иных мероприятий необходимо обеспечить спортивное сооружение достаточным количеством света. В обратном случае мероприятие может быть сорвано. Поэтому спортивное освещение является перспективной и актуальной задачей на сегодняшний день.

Целью выпускной квалификационной работой является разработка осветительной установки спортивного комплекса.

Задачи для ее реализации:

- Спроектировать модель спортивного комплекса
- Подобрать световые приборы согласно требованиям технического задания и установить их
- Провести расчеты освещенности и проанализировать их

1. Литературный обзор и подбор световых приборов

1.1. Задачи спортивного освещения

При подготовке **спортивного освещения** необходимо учесть следующие факторы: освещение игроков и зрителей должно быть без помех для зрения, необходимо создать такие условия, чтобы не было ослепления ни игроков, ни зрителей.

Уровень освещения в данном случае будет хуже, чем при телетрансляции, но качество **спортивного освещения** все же должно соответствовать следующим требованиям: равномерность освещения, зрительный комфорт, минимальная степень «светового загрязнения».

Искусственное **освещение** должно справиться со следующей задачей – обеспечить отличную видимость для всех участников, находящихся в спортивном комплексе, комфортно должно быть всем участникам данного события, как игрокам, так и зрителям.

И прежде чем говорить об освещении спортивного сооружения, необходимо узнать какие бывают спортивные комплексы и какие требования к ним предъявляют, так как перед нами также стоит задача создать модель спортивного комплекса, для которого необходимо разработать осветительную установку.

В ходе проектирования спорткомплекса нужно предусматривать решения, обеспечивающие его многозадачное использование. Такая многозадачность обеспечивает возможность проведения на объекте спортивных мероприятий по различным видам спорта и не только.

Прежде всего нужно знать, что спортивные сооружения подразделяются на: **открытые и закрытые**. По характеру движений спортсменов виды спорта и соответственно сооружения делятся на **игровые и неигровые**. Игровые виды спорта, включающие в себя все спортивные игры, бывают «наземные» и «воздушные». Наземными играми считаются те, в которых объект наблюдения движется по земле или вблизи нее, а линия зрения спортсменов горизонтальна или направление ниже горизонта. Воздушные – это те игры, где объекты

наблюдения перемещаются в пространстве над игровой площадкой, а линия зрения спортсменов часто бывает направлена выше горизонта.

Освещение сооружений для неигровых видов спорта будет сильно отличаться одно от другого в зависимости от того, имеет ли линия зрения спортсменов постоянное направление или направление меняется.

Так как наше спортивное сооружение является открытым, информация будет предоставлена для открытых спортивных комплексов.

Основное назначение осветительных установок открытых спортивных объектов состоит в создании достаточно хорошей видимости объектов наблюдения для спортсменов и зрителей в темное время суток. Для создания необходимой видимости объекта наблюдения нужно установить на нем некоторую освещенность. На спортивные объекты наблюдения чаще всего смотрят с разных сторон, поэтому в общем случае должно иметься объемное освещение.

Для получения высокого качества освещения спортивных сооружений очень важно правильно выбрать направления, с которых выполняется освещение. При правильном направлении падения света на освещаемое сооружение создаются и необходимые уровни освещенности, и объемность освещения, и требуемый контраст.

Слепящее действие осветительных приборов характеризуется коэффициентом ослеплённости, который показывает, во сколько раз ухудшается видимость объекта наблюдения при воздействии слепящего источника. Величина данного коэффициента возрастает при увеличении освещенности, создаваемой источниками света на зрачке глаза наблюдателя, и уменьшается с возрастанием угла, под которым виден источник света. Особенно сильно слепящее действие зависит от угла действия источника света. Для его уменьшения светильники и прожекторы устанавливают на большой высоте и в местах, находящихся как можно дальше от нормального направления линии зрения спортсменов и зрителей.

Также к освещению предъявляется требование равномерности распределения света. Это необходимо для того, чтобы в различных местах спортивной площадки соревнования проходили в одинаковых условиях. Отношение максимальной горизонтальной освещенности к минимальной не должно быть больше, чем 3:1[5].

1.2. Типовые схемы освещения спортивных комплексов

Крытые спортивные залы обычно используются для проведения тренировок и соревнований по различным видам спорта. К каждому виду спорта предъявляются определенные требования, поэтому при освещении универсальных спортивных залов ориентируются на самые высокие из требований [11]. Так как по техническому заданию (приложение А) сказано, что в спортивном комплексе будут проводиться спортивные мероприятия по волейболу, далее будет представлена информация о площадках, предназначенных для игры в волейбол.

Для освещения спортивных комплексов используют *боковую* и *верхнюю* расстановку световых приборов.

Боковая расстановка

Волейбольные и баскетбольные залы имеют одинаковую особенность: взгляд игроков часто направлен вверх. Это накладывает повышенные требования к характеристикам слепимости системы освещения. Ограничение при проектировании: строго рекомендуется боковая схема освещения как наименее «слепающая» игроков [11].



Рисунок 1 – Боковая расстановка световых приборов

Верхняя расстановка

Верхняя схема установки светильников позволяет легко добиться высокого уровня равномерности освещения. При её использовании рекомендуется использовать осветительные приборы с концентрированной или глубокой кривой силы света (при большой высоте потолков) и приборы с полуширокой и косинусной кривой силы света (при низкой и средней высоте потолков). Эта схема чаще всего используется для больших спортзалов [11].



Рисунок 2 – Верхняя расстановка световых приборов

В залах с небольшой высотой (7–8 м), где невозможно устранить отраженную блескость от пола следует использовать световые приборы с источниками света меньшей яркости, например, с люминесцентными лампами. В высоких залах можно использовать прожекторное освещение [10].

Залы, предназначенные для проведения соревнований, которые могут транслироваться по телевидению, должны иметь высоту не менее 12 м. Нельзя устанавливать светильники в зоне над сеткой [10].

1.3. Естественное освещение в спортивных комплексах

Помещения спорткомплексов с непрерывным пребыванием людей должны быть с естественным освещением [4].

В зависимости от значимости спортивных соревнований и игр предусматриваются три класса освещения спортивных сооружений согласно таблице 1.

Таблица 1. – Категории спортивных сооружений и классы освещения

Категория спортивного освещения	Уровень соревнования, спортивно- массового мероприятия	Класс освещения		
		I	II	III
1	2	3	4	5
A	Международные и всероссийские физкультурные мероприятия и спортивные соревнования	+		
B	Межрегиональные физкультурные и спортивные мероприятия, а также физкультурные и спортивные мероприятия субъекта Российской Федерации	+	+	

С	Местные физкультурные и спортивные мероприятия, спортивные занятия маломобильных групп населения	+	+	+
	Тренировки		+	+
	Отдых (оздоровительные соревнования и спортивное обучение)			+
Обозначение				
«+» - наличие естественного освещения в данной категории спортивного сооружения				

Естественное освещение спортивных комплексов делится на **боковое, верхнее и комбинированное** [4].

Для верхнего естественного освещения спортобъектов могут применяться зенитные, А-образные, шедовые фонари и световоды естественного света [2].

Световоды естественного света можно применять для естественного освещения помещений только в системе комбинированного освещения в качестве верхнего света [4].

Согласно СП 118.13330.2012. [9] без естественного освещения могут проектироваться спортивно-демонстрационные и спортивно-зрелищные залы, спортивные залы с ледовым покрытием, комнаты инструкторского и тренерского состава спортивных сооружений, комнаты обслуживающего персонала, уборные; раздевалки; душевые; помещения бань сухого жара.

В спортивных залах, как правило, предусматривается боковое естественное освещение в одной из продольных стен с размещением низа световых проемов на высоте не менее 2,0 м от пола [4].

В залах для спортивных игр размещать световые проемы в торцовых стенах не допускается [4].

Проектирование естественного освещения спортивных сооружений следует выполнять в два этапа.

Первый этап выполняется в следующей последовательности:
определяются требования к естественному освещению помещений;

- осуществляется выбор систем освещения;
- выбираются типы световых проемов и светопропускающих материалов;
- выбираются средства для ограничения слепящего действия прямого солнечного света с учетом ориентации здания и световых проемов по сторонам горизонта.
- предварительный расчет естественного освещения помещений с определением необходимой площади световых проемов;
- уточняются параметры световых проемов и помещений [4].

На втором этапе проектирования:

- выполняется проверочный расчет естественного освещения помещений;
- определяются помещения, зоны и участки с недостаточным по нормам естественным освещением;
- определяются требования к дополнительному искусственному освещению помещений, зон и участков с недостаточным естественным освещением;
- определяются требования к эксплуатации световых проемов;
- при необходимости вносятся коррективы в проект естественного освещения и выполняется повторный проверочный расчет [4].

1.4. Техническое задание

Для проектирования системы освещения спортивного комплекса необходимо не только работать с нормативными документами [1], [2], [4], но и с заказчиками проекта.

Согласно техническому заданию, представленному от заказчика (приложение А) необходимо выполнить 5 режимов освещения:

1. Проведение соревнований с телетрансляций HDTV;
2. Проведение соревнований без ТВ-съемки;
3. Проведение тренировочных занятий и мероприятий;
4. Аварийное эвакуационное освещение трибун и игровой площадки;
5. Освещение технологических мостков.

В соответствии с техническим заданием от заказчика (приложение А) также необходимо подобрать световые приборы, соответствующие требованиям.

Критерии, по которым следует выбирать световые приборы следующие:

- Вес;
- Габаритные размеры;
- Степень пыле- влагозащиты;
- Цветовая температура;
- Управление, соответствующее стандарту DMX 512
- Световая отдача

На таблице 2 представлены световые приборы нескольких компаний, которые подходят по тем или иным критериям.

Таблица 2 – Подбор светильников по требованиям ТЗ

Требования	Световые технологии	Diora	Thorn	Philips
Габариты (600x600x450)	ULS 1000 Black (515x580x195)	Diora Unit Frost 345/Unit 3 330 (432x495x270)	-	BVP174 LED95/CW 100W WB GREY CE (356x190x53)
Вес (не более 25 кг)	UM 1000, ULS 1000 Black (24 кг / 20,6 кг)	-	ALTISLEDG3 132L A4 957-T86 (9,6 кг)	BVP174 LED95/CW 100W WB GREY CE (2,3 кг)
IP66	UM 1000, ULS 1000 Black	Diora Unit Frost 345/ Unit 3 330	ALTISLEDG3 132L A4 957-T86	-
DMX 512	-	Diora Unit Frost 345/ Unit 3 330	ALTISLEDG3 132L A4 957-T86	BVP174 LED95/CW 100W WB GREY CE

Продолжение таблицы 2

Световая отдача (100лм/Вт)	-	Diora Unit Frost 345/ Unit 3 330 (117/136)	-	-
T=5600 К	-	-	ALTISLEDG3 132L A4 957-T86	BVP174 LED95/CW 100W WB GREY CE

Социальная ответственность

4.1. Введение

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является осветительная установка, которая создает необходимый уровень освещенности в спортивном сооружении.

Разработка спортивного комплекса и осветительной установки проводилась в офисе за компьютером в программе «DIALux». При работе с компьютерной техникой инженер-светотехник испытывает зрительное напряжение и психоэмоциональные нагрузки.

При разработке объекта проектировщик испытывает зрительное напряжение при долгом контакте с персональным компьютером и также физические нагрузки при долгом пребывании в сидячем состоянии.

4.2. Правовые и организационные вопросы по обеспечению безопасности

Одним из важных факторов по обеспечению безопасности является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать нормам ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. В помещениях, в которых располагаются компьютерная техника, каждый день должна проводиться влажная уборка и периодическое проветривание.

Помещение офисного типа должно иметь светлый тон стен и потолка и темные тона пола чтобы ничего не отвлекало от работы. Также это создает лучшую освещенность на рабочем месте. Значение освещенности на рабочей поверхности в офисном помещении должно составлять около 400-500 люкс. Рабочая поверхность должна находиться на высоте 0,8 м от пола. В качестве световых приборов следует брать светильники со светодиодным источником света.

Существует несколько стилей которые рекомендуется использовать в качестве интерьера:

- Классический стиль (его отличает плавные, простые линии, удобная мебель и неяркие мягкие тона. Используются натуральные материалы такие как дерево, текстиль)
- Хай-тек (это смелый современный стиль, в котором используются металл, стекло, керамика, пластик. Цвета контрастные, чаще холодные. Отличается минимализмом, четкостью и строгостью линий.

Предъявляются требования к расположению компьютерных зон. Между мониторами должны быть расстояние 120 см, между задней частью монитора и экраном соседнего компьютера 200 см, ширина рабочей поверхности 120 см, глубина рабочей поверхности, на которой установлен компьютер 60 см.

Согласно санитарно-эпидемиологическим требованиям сотрудники, которые работают с компьютером в режиме ввода данных, имеют регламентированный 10-минутный перерыв. Также согласно трудовому кодексу в течении трудового дня отводится от 30 до 60 мин на обеденный перерыв. Во время перерыва запрещается просмотр информации в телефоне и других электронных носителях. Это способствует снижению зрительной нагрузки.

4.3. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Требования к компоновке рабочей зоны устанавливаются нормативным документом ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».

Рабочая поверхность по высоте должна быть такой, чтобы инженер не проводил рабочее время с согнутой спиной или наклоненным корпусом. Не допускается работать стоя, лежа или сидя на коленях. Периодические перерывы от работы снижают зрительную нагрузку, нормализуют психоэмоциональное состояние, что способствует снижению риска получить психологическое заболевание и повышению производительности труда. Также в перерывы можно выходить на улицу, дышать свежим воздухом, также прогуливаться недалеко от предприятия. Это позволит избавиться от усталости.

4.4. Производственная безопасность

К производственной безопасности относятся организационные мероприятия и технические средства защиты от поражения электрическим током, защита от механических травм движущимися механизмами, подъемно-транспортными средствами, обеспечение безопасности систем высокого давления, методы и средства обеспечения пожаровзрывобезопасности и т. д.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Таблица 6 – Возможные вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изготов- ление	Эксплуа- тация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548–96
2.Зрительные и физические нагрузки	+	+		Принципы зрительной эргономики. Освещение рабочих систем внутри помещений ГОСТ ИСО 8995-2002 Уровень физически нагрузок Р 2.2.200605
3.Превышение уровня шума	+	+		Уровень шума на рабочих местах. СН 2.2.4/2.1.8.562–96
4.Недостаточный уровень освещенности рабочей зоны	+	+		Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений ГОСТ Р 55710-2013
5.Пожароопасность		+	+	Пожарная безопасность. Общие требования ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ

6.Опасный уровень напряжения в эл. цепи, замыкание которой может пройти через тело		+	+	Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. Электробезопасность ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ
---	--	---	---	--

4.5. Анализ вредных и опасных производственных факторов

4.5.1. Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат производственных помещений – это комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда. Поддержание микроклимата рабочего места в пределах гигиенических норм – важнейшая задача охраны труда.

В помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой, должны соблюдаться оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96. Установка таких норм зависит от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения. Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Таблица 7 – Оптимальные показатели микроклимата в помещении

Период	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-21	18-22	60-40	0,2
Теплый	20-22	19-23	60-40	0,2

Для создания таких условий в помещении необходимо проводить естественную вентиляцию в теплый период, отопление воздуха в холодный период.

4.5.2. Зрительные и физические нагрузки

Зрение является важной частью как жизнеспособности, так и работоспособности человека. При долгом контакте человека с компьютерным экраном глаза начинают «уставать» и человек вынужден прикладывать усилия чтобы выполнить работу. Такая усталость влечет за собой снижение сосредоточенности, уменьшается точность работы, портится зрение и т.п. Также на зрительную работоспособность влияют такие параметры как блескость, неравномерность освещенности и т. д. Все требования к освещенности, контрасту, блескости, яркости и т. д. указаны в ГОСТ ИСО 8995-2002.

Рассмотрим основные требования к освещенности.

Таблица 8 – Ряды освещенности для различных типов поверхностей, заданий и видов деятельности

Ряды освещенности, лк	Тип поверхности, задания или вида деятельности
20;30;50	Наружные рабочие площадки и улицы
100;150;200	Рабочие помещения, не используемые постоянно для работы
200;300;500	Задания с низкими требованиями к условиям зрительного восприятия
300;500;750	Задания со средними требованиями к условиям зрительного восприятия
500;750;1000	Задания с высокими требованиями к условиям зрительного восприятия
750;1000;1500	Задания с трудными условиями зрительной работы
1000;1500;2000	Задания с особыми требованиями к условиям зрительного восприятия
Св. 2000	Задания с чрезвычайно высокими требованиями к условиям зрительной работы

Важным условием при подборе световых приборов является стробоскопический эффект. Свет, излучаемый лампами, питающимися от переменного тока, характеризуется периодическими колебаниями. Эти колебания вызывают ощущение мерцания или стробоскопический эффект. Допустимым значением частоты таких периодических колебаний для ламп является 100 – 120 Гц. Такая частота незаметна для глаза.

Также для каждого типа и вида деятельности необходимо подбирать цветовую температуру и индекс цветопередачи.

Таблица 9 – Требования к цветовой температуре

Группа	Цветовосприятие	Коррелированная цветовая температура, К
1. Для жилых помещений	Теплое	До 3300
2. Преимущественно для рабочих помещений	Среднее	От 3300 до 5300
3. Для повышенных уровней освещенности и особых заданий	Холодное	Св. 5300

Таблица 10 – Требования к индексу цветопередачи

Уровень цветопередачи	Пример применения
$R_a > 90$	Клинические исследования
$80 < R_a < 90$	Бюро, клиники, типографии, производственные работы
$60 < R_a < 80$	Производственные работы, бюро
$40 < R_a < 60$	Работа в тяжелой промышленности

Для снятия усталости можно использовать разные разминки для глаз, менять ритм работы, на перерывах не следует пользоваться телефонами и другими электронными носителями информации.

При выполнении работы за компьютером инженер может столкнуться с физическими перегрузками. Повышенные нагрузки у пользователей компьютерной техники приводят к боли в спине, шейном и позвоночном отделах и др.

Для снижения таких нагрузок следует делать перерывы в работе и правильно оборудовать рабочее место, так, чтобы исключить неудобные позы и длительные напряжения. Нормы физических нагрузок устанавливаются Р 2.2.2006-05. Работа по допустимому классу условий труда с напряженностью средней степени предусматривает продолжительность дня 8-9 часов и перерывы в течении 10-15 минут.

4.5.3. Превышение уровня шума

При длительном воздействии шума на организм человека возникают неблагоприятные последствия: снижается острота слуха, повышается кровяное давление, притупляется внимание, возрастают нервные нагрузки.

Шум на рабочем месте может создаваться как внутренними источниками (кондиционер, техническое оборудование и т.д.) так и внешними (автомобильные и железнодорожные дороги, центральные улицы и др.). Уровень шума на рабочем месте не должен превышать значения 50дБА.

Для снижения шума, создаваемого внутренними источниками, следует применять исправное оборудование, его рациональное расположение в помещении. Также возможно использование средств для ослабления шума, например: звукоизолирующий кожух.

Для снижения шума, создаваемого внешними источниками, при проектировании здания необходимо применять звукопоглощающие материалы.

4.5.4. Недостаточный уровень освещенности рабочей зоны

Уровень освещенности нормируется в зависимости от типа помещения. Требования к освещенности всех типов помещений установлены нормативным документом ГОСТ Р 55710-2013. От уровня освещенности зависит точность работы, острота зрения и т.п.

Таблица 11 – Требования к освещенности в офисном помещении

Освещенность на рабочем месте	400-500 лк
-------------------------------	------------

Освещенность на экране	не выше 250 лк
Коэффициент пульсации освещенности	Не более 10%
Показатель дискомфорта	Не более 19
Показатель ослепленности	Не более 25
Индекс цветопередачи	Не менее 80

4.5.5. Пожароопасность

Причинами появления возгорания на рабочем месте могут являться несколько пунктов:

- Несоблюдение правил пожарной безопасности;
- Возможные аварии на рабочем месте.

Помещения, в которых происходит работа с компьютерами, нормирована категорией «В». Это обусловлено тем, что компьютерная техника работает от сети 220 В и является возможным очагом возгорания.

В качестве пожарной безопасности помещение необходимо иметь огнетушители, на выходах должны находиться пожарные краны, в помещении должны быть размещены установки автоматической пожарной сигнализации, материалы из которых построено здание должны соответствовать нормам пожарной безопасности. Так как чаще всего возгорание происходит по причине короткого замыкания, необходимо чтобы проводка была заизолирована.

4.5.6. Электробезопасность

Так как в помещении находится различное техническое оборудование всегда есть опасность поражения электрическим током.

В качестве электробезопасности рекомендуется оградить токоведущие части от рабочего места. В соответствии с нормами электробезопасности необходимо наличие защитного заземления электрооборудования. Нормы и требования по электробезопасности позволят максимально обеспечить защиту от поражения электрическим током и последствиям от него.

4.6. Экологическая безопасность

Источником загрязнения окружающей среды являются отходы производства, образуя концентрацию токсичных веществ в атмосфере, гидросфере и литосфере.

В офисе, в котором проводилась разработка проектируемого решения такими источниками загрязнения являются светодиодные и люминесцентные лампы, а также различные отходы в виде мусора. В люминесцентных лампах содержится около 4 мг ртути, которая является опасным токсичным веществом. Светодиодные лампы могут быть опасны только в случае, когда кончается срок эксплуатации, так как в их конструкции могут находиться различные вещества, которые долго разлагаются и при неправильной утилизации могут нести вред окружающей среде. Так как в офисе находится отдел разработки световых приборов, в мусоре могут встречаться различные микросхемы. В них содержатся различные опасные вещества (бериллий, кадмий и т.д.). Утилизация ламп и микросхема должна проводиться строго по правилам, чтобы обезопасить окружающую среду.

4.7. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, которые могут повлечь или повлекли за собой человечески жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде.

ЧС может случиться в таких процессах как:

- Строительство офиса (обрушение конструкции)
- Прокладка электрокабеля (поражение электрическим током)
- Установка осветительных приборов (возможное возгорание)

В любой чрезвычайной ситуации важно оперативно эвакуировать людей за пределы аварии.

Наиболее возможная чрезвычайная ситуация – пожар. Так как там довольно много разного технического оборудования, компьютеры и т.п., может произойти короткое замыкание и возгорание быстро разойдется так как существуют очаги

возгорания (бумага и разные легковоспламеняющиеся материалы). В качестве пожарной безопасности выступают автоматические сигнализационные установки, размещенные по всей территории офиса, огнетушители и пожарные краны на каждом этаже и в каждом помещении, запасные выходы, указатели и план эвакуации.

Порядок действий в случае обнаружения пожара или признаков возгорания:

1. Немедленно сообщить о пожаре по телефону 01 (пожарная служба)
2. Оповестить о пожаре руководство и персонал
3. Принять меры к эвакуации людей, важных документов и по возможности приступить к тушению очага пожара существующими средствами пожаротушения.
4. Организовать встречу пожарной службы, сообщить о наличии людей в здании и оповестить руководителя о тушении пожара.

Вывод: в разделе «Социальная ответственность» проведен анализ вредных и опасных факторов, к которым относятся отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточный уровень освещенности, превышения уровня шума, зрительные и физические нагрузки, пожароопасность и электрический ток. Были даны рекомендации по обеспечении безопасности в случае чрезвычайной ситуации. Указаны правовые и организационные вопросы безопасности. В результате анализа даны рекомендации по обеспечению оптимальных условий труда и охране труда.

5. Финансовый менеджмент

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской работы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии

сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Выбранными критериями являются:

- Разработка освещения спортивного комплекса
- Разработка освещения для ТВ-съемки

Таблица 12 – Карта сегментирования рынка

	Разработка освещения спортивного комплекса	Разработка освещения для ТВ-съемки
Фирма 1	+	+
Фирма 2	+	-
Фирма 3	-	-

5.1.1. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

В Томске существует две компании по разработке осветительных установок: ООО «Diora», АО «НИИПП». Техническое задание по данному проектируемому решению выдано компанией ООО «Diora», поэтому нашим единственным конкурентом в Томске является АО «НИИПП». Также в качестве конкурента можно написать компанию ООО «Световые технологии».

Таблица 13 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Срок службы	0,2	5	5	4	1	1	0,8
2. Безопасность	0,2	5	5	3	1	1	0,6
3.Простота эксплуатации	0,1	3	3	4	0,3	0,3	0,4
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
4.Цена	0,2	5	4	3	1	0,8	0,3
5.Финансирование научной разработки	0,1	3	3	3	0,3	0,3	0,3
6.Конкурентоспособность продукта	0,2	5	4	3	1	0,8	0,3
ИТОГО	1	26	24	20	4,6	4,2	2,7

Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы

Б_{к1} – ООО «Световые технологии»

Б_{к2} – АО «НИИПП»

На основании таблицы 13 можно сделать вывод, что продукт, фирмы на которой основан проект, является одним из лучших на российском рынке. Так как в проекте используются светодиодные световые приборы, критерии «Срок службы» и «Безопасность» высокие. Также относительно характеристик и функциональности, цена светового прибора является низкой, так как есть более дорогая световая продукция с меньшими показателями светотехнических характеристик.

5.1.2. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

На основе анализа используемой продукции, а также предыдущих разделах, была составлена SWOT-матрица научно-исследовательского проекта. Результаты записаны в таблицу 14.

Таблица 14 – Матрица первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта: С1. Высокое качество продукции С2. Низкая стоимость продукции С3. Высокая безопасность С4. Высокая экологичность	Слабые стороны проекта: Сл1. Ограничение функциональности крепления световых приборов Сл2. Сложность проведения ремонтных работ продукции на этапе эксплуатации
Возможности: В1. Появление продукции с большей функциональностью креплений В2. Появление дополнительного спроса на продукцию В3. Повышение стоимости продукции конкурентов		
Угрозы: У1. Возможное расширение продукции конкурентов с лучшими светотехническими характеристиками У2. Введение новых требований к продукции У3. Появление новых конкурентов с более выгодным решением		

Второй этап SWOT-анализа заключается в составлении матриц взаимодействия сильных и слабых сторон с возможностями и угрозами.

Таблица 15 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности		C1	C2	C3	C4
	B1	+	-	-	-
	B2	+	+	+	+
	B3	+	0	0	+

Таблица 16 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта			
Угрозы		Сл1	Сл2
	У1	+	-
	У2	-	-
	У3	+	-

Таблица 17 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Угрозы		C1	C2	C3	C4
	У1	+	0	-	-
	У2	-	-	0	+
	У3	-	-	-	-

Таблица 18 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон

Слабые стороны проекта			
Возможности		Сл1	Сл2

	B1	+	+
	B2	-	+
	B3	+	+

Третьим этапом является составление итоговой SWOT-матрицы

Таблица 19 – Итоговая SWOT-матрица

	Сильные стороны проекта: С1. Высокое качество продукции С2. Низкая стоимость продукции С3. Высокая безопасность С4. Высокая экологичность	Слабые стороны проекта: Сл1. Ограничение функциональности крепления световых приборов Сл2. Сложность проведения ремонтных работ продукции на этапе эксплуатации
Возможности: В1. Появление продукции с большей функциональностью креплений В2. Появление дополнительного спроса на продукцию В3. Повышение стоимости продукции конкурентов	В связи с тем, что компания изготавливает достаточно качественную продукцию, она будет стремиться исправить существующие недостатки	Ограничение функциональности крепления световых приборов может повлиять на расширение каталога продукции
Угрозы: У1. Возможное расширение продукции конкурентов с лучшими светотехническими характеристиками У2. Введение новых требований к продукции У3. Появление новых конкурентов с более выгодным решением	Высокая экологичность продукции может повлиять на введение новых требований к продукции и в частности к ее утилизации.	Недостаточная функциональность крепления прибора, может привести к укреплению конкурентов на рынке, а также появлению новых.

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта

5.2. Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 20 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель НИ
Теоретические и экспериментальные исследования	2	Изучение нормативных документов и требований по теме	Инженер
	3	Сравнение норм и требований с ТЗ	
	4	Проектирование спортивного комплекса	
	5	Разработка осветительной установки	
	6	Сопоставление результатов с требованиями технического задания	
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности результатов	Инженер, научный руководитель
Проведение НИР			
Разработка технической документации	8	Разработка схемы сети и прокладки проводов	Инженер
	9	Анализ и оценка финансовой составляющей	
	10	Анализ и оценка социальной ответственности	
Оформление комплектации документов по ВКР	11	Разработка пояснительной записки	Инженер

5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxі}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxі}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 21.

Таблица 21 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни			
	Инж.	Рук.	Инж.	Рук.	Инж.	Рук.		
Составление и утверждение технического задания	-	3	-	4	-	3,4	3,4	5
Изучение нормативных документов по теме	1	-	2	-	1,4	-	1,4	2
Сравнение норм и требований с ТЗ	0,5	-	1	-	1,1	-	1,1	1,5
Проектирование спортивного комплекса	10	-	15	-	12	-	12	17,7
Разработка осветительной установки	7	-	10	-	8,2	-	8,2	12,1
Сопоставление результатов с требованиями ТЗ	1	-	3	-	1,8	-	1,8	2,6
Оценка эффективности результатов	1	2	2	4	1,4	2,8	2,1	3,1
Разработка схемы сети и прокладки проводов	7	-	9	-	7,8	-	7,8	11,5

Анализ и оценка финансовой составляющей	4	-	7	-	5,2	-	5,2	7,7
Анализ и оценка социальной ответственности	3	-	5	-	3,8	-	3,8	5,6
Составление пояснительной записки	7	-	9	-	7,8	-	7,8	11,5
ИТОГО:	41,5	5	63	8	44,3	6,2	54,6	80,3

На основе таблицы 21 составлен календарный план-график с использованием диаграммы Ганта (таблица 11).

Таблица 22 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп.	Т _{кi} , Кал. дн.	Продолжительность работ											
				Февраль			Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение тех. задания	Исп.2	5	■											
2	Изучение нормативных документов по теме	Исп.1	2	■											
3	Сравнение норм и требований с ТЗ	Исп.1	1,5	■											
4	Проектирование спортивного комплекса	Исп.1	17,7		■	■	■								
5	Разработка осветительной установки	Исп.1	12,1				■	■	■						

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_{\Gamma}) \cdot \sum_{i=1}^m \text{Ц}_i \cdot N_{\text{расх}i}$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Ц_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_{Γ} – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 23 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Количество, ед.	Сумма, руб.
Бумага	300	2	600
Световой прибор Diora Unit 120Вт	18958	166	3147028
Световой прибор Diora Unit 100 Вт	14899	74	1102526
Аварийные световой прибор Diora Луна 10/1100 SM 5K A	5060	38	192280
Кабель ВВГнг – П 3х6мм ²	127	722	91694
ВД F204 (УЗО) 4P 63A 100 мА	7402	1	7402

BA ABB B S201M 10кА 6А 1P	2206,78	10шт	22067,8
Всего за материал, руб.			4563597,8

5.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для экспериментальных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Результаты расчетов представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Расчет затрат на специальное оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Срок полезного использования, лет	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.	Амортизация оборудования, тыс. руб.
1	Яркомер Conica Minolta LS-100	1	129,96	5	129,96	8,6
2	Люксметр СЕМ DT-1308	1	5,05	2	5,05	0,841
ИТОГО					135,01	9,441

5.3.3. Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} ,$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (инженера) от **предприятия** (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p ,$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} ,$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет среднедневной заработной платы за 6 рабочих дней (рабочая неделя руководителя):

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}} = \frac{51285 \cdot 10,4}{246} = 2168,15 \text{ руб.}$$

Расчет среднедневной заработной платы за 5 рабочих дней (рабочая неделя инженера):

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.}$$

Должностной оклад работника за месяц:

- для руководителя:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}})k_{\text{р}} = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.}$$

- для инженера:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}})k_{\text{р}} = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3; $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска)

Таблицы 25 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
Выходные дни:	52/14	104/14
Праздничные дни:		
Потери рабочего времени		
Отпуск:	48/5	24/10
Невыходы по болезни:		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 26 – Расчет основной заработной платы

Исполнители НИП	$Z_{мс}$, руб	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{он}$, руб	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2168,1	6,2	13442,22
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	44,3	77219,33
ИТОГО:								90661,55

Дополнительная заработная плата исполнителей проекта

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчет доп. заработной платы - $90661,55 \cdot 0,15 = 13599,23$ руб.

5.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}),$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2020 г. в соответствии со статьей 425 НК РФ установлен размер страховых взносов равный 30%.

$$k_{внеб} = k_{пф} + k_c + k_{пн} = 0,3,$$

где $k_{пф}$ – коэф. отчисления в пенсионный фонд; k_c – коэф. отчисления страховых взносов; $k_{пн}$ – коэф. отчисления в подоходный налог.

Таким образом отчисления во внебюджетные фонды от затраты на оплату труда руководителя вычисляются следующим образом:

$$Z_{внеб} = 0,3 \cdot (90661,55 + 13599,23) = 31278,23 \text{ руб.}$$

5.3.5. Накладные расходы

Для учета накладных расходов нужно учесть расходы на содержание аппарата управления и общехозяйственных (общеуниверситетских) служб, которые в равной степени относятся ко всем выполняемым НИ. По этой статье учитываются оплата труда административно-управленческого персонала, содержание зданий, оргтехники и хозяйственного инвентаря, амортизация имущества, расходы по охране труда и подготовке кадров.

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей} 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

5.3.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ.

Таблица 27 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
Сырье, материалы	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления в социальные фонды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итоговая бюджетная стоимость
4563597,8	9441	90661,55	13599,23	31278,23	4708577,81	753372,45	5461950,26

5.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя

эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением

двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}1} = \frac{5461950,26}{9000000} = 0,61$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}2} = \frac{9000000}{9000000} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}3} = \frac{7000000}{9000000} = 0,78$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы.

Таблица 28 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент показателя	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.Освещение	0,25	5	5	4
2.Сложность исполнения	0,1	4	5	4
3.Энергосбережение	0,3	4	4	4
4.Безопасность	0,35	5	5	4
ИТОГО:	1	4.6	4,7	4

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{p1} = 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,35 = 4,6$$

$$I_{p2} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,35 = 4,7$$

$$I_{p3} = 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,35 = 4$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{испi} = \frac{I_{pi}}{I_{p}}$$

$$I_{исп1} = \frac{4,6}{0,61} = 7,5$$

$$I_{исп2} = \frac{4,7}{1} = 4,7$$

$$I_{исп3} = \frac{4}{0,78} = 5,1$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}} = \frac{7,5}{4,7} = 1,59$$

№	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,61	1	0,78
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	4,7	4
3	Интегральный показатель эффективности	7,5	4,7	5,1
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,63	1,1

Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности показывает, что более эффективным является первое исполнение, так как этот вариант исполнения является более экономичным и ресурсоэффективным.

Вывод: в ходе анализа финансовой части, установлено, что проект по разработке осветительной установки спортивного комплекса экономичен, энергоэффективен, характеризуется высокой производительностью труда и высокой конкурентоспособностью. Также в ходе работы с разделом «Финансовый менеджмент» были решены такие задачи как:

- 1) была выявлена конкурентоспособность в разработке осветительной установке в спортивном комплексе;
- 2) проведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы;

- 3) распланирован график работы проекта, в котором на работу инженера отводится 44,3 дня, а на работу руководителя 6,2 день;
- 4) была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей проекта;
- 5) проведены расчеты и выявлен бюджет на реализацию проекта, который составляет **5461950,26** руб.
- 6) Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:
 - значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,61, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;
 - значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,6, по сравнению с 4,7 и 4.

Список литературы

1. ВСН 1-73/Спорткомитет СССР Нормы электрического освещения спортивных сооружений [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200037449>, свободный доступ – Яз. Рус., Дата обращения: 25.10.2019
2. СП 440.1325800.2018 Спортивные сооружения. Проектирование естественного и искусственного освещения [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/554819713>, свободный доступ – Яз. Рус., Дата обращения: 26.10.2019
3. СП 332.1325800.2017 Спортивные сооружения. Правила проектирования [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/556793895>, свободный доступ – Яз. Рус., Дата обращения: 26.10.2019
4. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. (Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*) [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197>, свободный доступ – Яз. Рус., Дата обращения: 27.10.2019
5. Царьков В.М. Освещение спортивных сооружений / Царьков В.М. – Москва; Энергия, 1971. – 75 с.
6. ГОСТ Р 54944-2012 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200094861>, свободный доступ – Яз. Рус., Дата обращения: 17.05. 2020
7. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003913>, свободный доступ – Яз. Рус., Дата обращения: 18.05.2020
8. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (с изменениями на 24.04.2020) [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664>, свободный доступ – Яз. Рус., Дата обращения: 18.05.2020

9. СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения (Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009) [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200092705>, свободный доступ – Яз. Рус., Дата обращения: 19.05.2020
10. Типовые решения в спортивном освещении / НПО GALAD [Электронный ресурс] URL: https://galad.ru/upload/iblock/7d6/2019_galad_tipovie_sportivnoye_osveshcheniye.pdf, свободный доступ – Яз. Рус. Дата обращения 03.06.20 г.
11. Спортивное освещение [Электронный ресурс] URL: <https://shop220.ru/pdf/?id=723>, свободный доступ – Яз. Рус. Дата обращения: 03.06.20 г.